

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-221201

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl. G01N 35/10

(21)Application number : 11-026597

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 03.02.1999

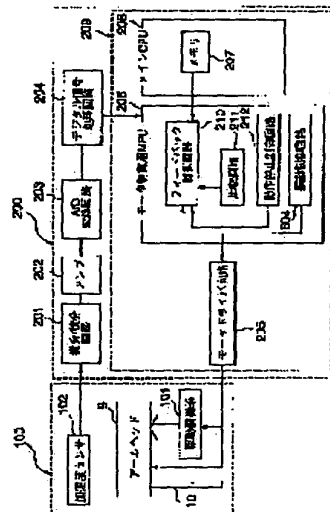
(72)Inventor : ISHIZAKI MAKOTO

(54) AUTOMATIC ANALYZING INSTRUMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an automatic analyzing instrument having vibrations of an arm-driving system reduced more than conventionally.

SOLUTION: The automatic analyzing apparatus has an arm-driving system which includes an arm head 9, a driving mechanism system 101 for mechanically driving the arm head 9 to move and operate the arm head, and a control circuit system 209 for controlling the operation of the driving mechanism system 101 according to preset procedures. The apparatus is provided with an acceleration sensor 102 set to the arm head 9 for detecting an acceleration at the operation of the arm head 9 and a feedback control circuit 210 for feedback controlling at least one of an acting speed and an acting acceleration of the arm head 9 based on acceleration data detected by the acceleration sensor 102. An abnormal acceleration or generation of vibration at the operation of the arm head 9 can be detected from the acceleration sensor 102. The vibration during the operation of the arm head 9 can be reduced by feedback controlling either the acting speed or the acting acceleration of the arm head 9 on the basis of the detected results.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、

前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、

前記加速度センサによる検出結果に基づいて前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部とを具備することを特徴とする自動分析装置。

【請求項 2】 前記アームの動作を予め定められた移動パターンに基づいて制御するアーム制御部を具備することを特徴とする請求項 1 記載の自動分析装置。

【請求項 3】 前記フィードバック制御部は、前記移動パターンに対応したアームの加速度データと前記加速度センサにより検出された前記加速度のデータとの差を演算し、その差を減少させるように前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部であることを特徴とする請求項 2 記載の自動分析装置。

【請求項 4】 前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突した際に生じる値として予め定められたしきい値とを比較する比較手段と、

前記比較手段により前記加速度データの値が前記しきい値を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の自動分析装置。

【請求項 5】 試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、

前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、

前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突した際に生じる値として予め定められたしきい値とを比較する比較手段と、前記比較手段により前記加速度データの値が前記しきい値を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴とする自動分析装置。

【請求項 6】 前記加速度センサを前記アームの動作方向に対応して設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の自動分析装置。

【請求項 7】 前記アームは、少なくとも前記試料部の試料を吸引保持するノズルを備えており該ノズルを移動させて前記試料を前記反応部における反応容器に分注する試料分注用アーム、プローブを備えており前記試料中の電解質成分を分析する電解質分析用アーム、前記試薬部の試薬を吸引保持するノズルを備えており前記ノズルを移動させて前記試薬を前記反応部における反応容器に分注する試薬分注用アーム、前記反応容器内液を攪拌する攪拌用アーム、あるいは前記反応容器を洗浄する洗浄用アームのいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の自動分析装置。

【請求項 8】 試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、

前記アームの一端に弾性部材を介して保持されたアタッチメントと、

前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、

前記加速度センサにより検出された加速度データに基づいて前記アタッチメントを保持している弾性部材の弾性率または押圧力または引張力の少なくとも一つを変化させて前記アタッチメントの振動を低減する振動制御手段とを具備することを特徴とする自動分析装置。

【請求項 9】 前記アームの動作を、予め定められた移動パターンに基づいて制御するアーム制御部を具備することを特徴とする請求項 8 記載の自動分析装置。

【請求項 10】 前記加速度センサによる検出結果に基づいて前記アームの動作速度または動作加速度のうち少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部であって、前記移動パターンに対応したアームの加速度データと前記加速度センサにより検出された前記加速度のデータとの差を演算し、その差を減少させるように前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部を具備することを特徴とする請求項 9 記載の自動分析装置。

【請求項 11】 前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突したと判定される値として予め定められたしきい値あるいは前記アタッチメントの振動が許容範囲外と判定される値として予め定められたしきい値の少くとも一方とを比較する比較手段と、

前記比較手段により前記加速度データの値が前記 2 つのしきい値の少なくとも一方を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか一項記載の自動分析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動分析装置に係り、特にアーム駆動系の振動が低減し、試料あるいは試薬をノズルに保持して移動させる可動アームの移動途中に試料あるいは試薬を落下または飛散させることなく確実に保持しつつ移動させ得る自動分析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】成分未知の試料あるいは人体の血清等を試料とし、これに所定の試薬等を加えることで化学反応を起こさせて反応液内の特定成分の濃度を例えば比色法など光学的な測定方法を用いて測定する、あるいは電極法を用いて試料中の電解質成分の濃度を測定することにより、試料の成分分析を自動で行なう自動分析装置が知られている。

【0003】このような化学分析を行なうためには、分析対象である試料を予め用意しておき、この試料を測定項目のそれぞれに対応した反応容器に分注し、またその測定項目のそれぞれに対応した試薬を前記反応容器に注入することが必要である。また、そのような分析対象である試料についても複数種類を予め用意しておき、それらの各々についての一連の分析動作を順番に続けて行なうように実行させることなども行なわれている。

【0004】上述したような分注動作から化学分析に至る一連の作業を自動で行なうために、従来の自動分析装置は図7に示すようにその主要部が構成されている。円形の恒温槽1には複数の反応容器2が配置されており、これらの反応容器2は駆動機構（図示省略）によって一定のサイクルごとに所定間隔で間欠移動されるように駆動される。

【0005】恒温槽1の周囲には所望の試料が収納された試料容器3が複数配列されたサンプラ（試料供給機）4が設けられている。これらの試料容器3は、駆動機構（図示省略）によって一定のサイクルごとに所定間隔で間欠移動されるように駆動される。

【0006】また、前記の恒温槽1とは別に、所望の試薬を収納する試薬容器5が複数配置されている試薬庫6が設けられている。この試薬庫6も前記の反応容器2や試料容器3と同様に、各試薬容器5が駆動機構（図示省略）によって一定のサイクルごとに所定間隔で間欠移動されるように駆動される。

【0007】そして、恒温槽1とサンプラ4との間には試料分注用アーム7が、また恒温槽1と試薬庫6との間には試薬分注用アーム8が、それぞれ配置されている。試料分注用アーム7は、サンプラ4の複数の試料容器3のうちから所望の試料を吸引して取り出し、それをその試料に対応した恒温槽1の所望の反応容器2に分注する。また試薬分注用アーム8は、試薬庫6の試薬容器5のうちから所望の試薬を吸引して取り出し、それをその試薬に対応する試料が分注される反応容器2に分注す

る。

【0008】このような試料分注用アーム7および試薬分注用アーム8は、図8に示すようにアームヘッド9の1端部に取り付けられたアタッチメントであるブローブノズル（以下、ノズルと略称）10を備えており、前記ノズルが取り付けられた端部とは反対側の端部付近で接続された駆動シャフト7a（試薬分注アーム8の場合は8a、以下同様）を支点として旋回用モータ17によって旋回運動を行ない、またこの駆動シャフト7aを上下動用モータ15によって上下動させて、所望の試料あるいは試薬の位置にアームヘッド9を移動させる。そしてその位置に配置されている試料あるいは試薬（一般にいずれも液体）をノズル10によって吸引して保持し、それをその試料あるいは試薬に対応した所望の反応容器2へと移動させて分注する。そしてその試料や試薬を分注した後は、（不図示の）攪拌手段により各反応容器内の試料と試薬を攪拌混合すると共に、次の分注を行なうに先立って今まで吸引・保持していた試料や試薬の液体と新たに吸引・保持する別の液体とが混ざり合って不正確な測定となることなどを防ぐために、（不図示の）ノズル洗浄手段を用いてノズル10を洗浄するか、あるいは（不図示の）ノズル交換手段を用いてノズル10を交換する。

【0009】このような一連の動作を一種類の試料ごとに順次実行する。そして、（不図示の）光学のおよび／または化学的な分析手段による分析の終了した反応容器は、順次（不図示の）洗浄手段により洗浄される。

【0010】ところで、上述のような分注動作を実行するにあたっては、例えば装置全体が振動するなど何らかの要因によってアーム7、8の正確な移動が外乱的に乱された場合や、装置の誤動作あるいは駆動機構の動作誤差の積み重なり等の内部要因等に起因して、アーム7、8がオペレータに接触したり所望の位置以外の物体に誤って接触したような場合には、ノズル10の先端部に吸引・保持されていた試料等の液体が不用意に流失してしまい、正確な分析ができないばかりでなく、その流失した液体が他の試料あるいは試薬の入った容器内にこぼれ落ちて混入してしまい、そこに予め配置しておいたそれらの試料や試薬全体が使用不可能となってしまう場合さえあり得る。

【0011】そこで、そのような不都合を避けるために、アーム7、8の側面やノズル10の付け根部分（ノズルがアーム先端部に機械的に保持されている部分）などに感圧センサや静電容量の変化に基づいて何らかの物体と接触したことを検知する接触センサ（図示省略）、あるいはノズルの異常な動きを検知する光センサ等（図示省略）を取り付ける、といった試みが為されている。即ち、前記の感圧センサあるいは接触センサや光センサ等によって、アーム7、8が何らかの物体と接触したことを検知した場合には、直ちにアーム7、8の動作を停

止させ、あるいはさらに動作異常が発生した旨の警報を発するなどの対策が試みられている。そしてこのような試みは、例えば本願出願人が先に出願した特開昭62-198103号や特開平1-296164号に記載の技術によって、さらに確実な検知が可能なものとなっている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなアーム7、8が何らかの物体（障害物）と不用意に接触するという原因が発生していないにもかかわらず、アーム駆動系が振動して、例えば試薬や試薬が流失・飛散してしまうなどの不都合がしばしば生じることを、前記のような自動分析装置の動作に関する種々の動作実験や長期使用試験等を通して本発明の発明者は確認した。

【0013】即ち、アーム7、8が何らかの障害物と接触するという原因が発生していないにもかかわらず、アーム7、8の移動中や、アーム7、8が静止状態から加速する際、あるいは移動状態から静止状態に移行するために減速する際など、通常の予めプログラムされた動作プロセスを誤動作することなく実行していると観察されるような場合においても、アーム駆動系の振動が限界を超えて実用上支障を来す事態、例えば試薬や試薬の流失・飛散がしばしば発生する。そしてこの場合にも、上記の接触事故の場合と同様に、正確な分析ができないばかりでなく、その流失・飛散物が他の試料や試薬の入った容器内に混入してしまい、それらの容器内に予め配置しておいた試料や試薬が使用不可能となってしまうという問題が生じる。

【0014】しかも、アーム7、8の接触事故といった明確に検知しやすい原因がないにもかかわらず試料や試薬の流失・飛散が起こった場合には、上記のような従来の接触センサ等を用いても、それを検知することは不可能であることは明らかである。また、例えばオペレータが装置の動作を常に監視し続けることなども対策として考えられるが、そのような対策が現実的であるとは言い難い。

【0015】このように、アーム7、8が何らかの物体と不用意に接触していないにもかかわらずアーム7、8の動作途中で試料や試薬が流失・飛散し、その流失・飛散物が他の試料や試薬の入った容器内にこぼれ落ちて混入し、それらの容器内に予め配置しておいた試料や試薬が使用不可能となってしまうという問題がある。そしてこのような問題は、上述したような従来の接触を検知する方式の誤動作対策の技術では防ぐことが不可能である。

【0016】ところで、このように、アーム7、8の動作途中で試料や試薬が流失・飛散するという現象が発生する一因が、自動分析装置のアーム7、8の駆動機構における動作時の振動、動作速度および加速度の不均一さに起因するものであることを本発明者は見出した。

【0017】即ち、アームヘッド9を機械的に駆動する駆動シャフト7a、8aや上下動用モータ15、旋回用モータ17、ギヤ12、13、14などの各種駆動機構系においては、不可避免的に存在する部品精度の誤差や寸法ばらつき等の機差（個々の装置の駆動機構ごとに個別に不可避免的に存在している誤差）、あるいは長期に亘って継続的に装置を使用している間に生じる摩耗や片減りによるがたつき等に起因して、實際上必ず理想的な設定動作とは異なる振動や初期設定の理想的な動作速度あるいは加速度とは異なる動き、即ち初期設定値（理想値）とのずれが生じる。すると、このような振動や設定値からずれた動きによる加速度によって、アームヘッド9に設けられたアタッチメントであるノズル10の先端部が大きく振動し、ノズル10の先端部に吸引・保持されていた試料や試薬が流失・飛散してしまうこととなる。

【0018】試料や試薬はノズル10の先端に吸引力および摩擦力等によって保持されているが（つまりノズル10内壁と液体との間の摩擦力や外気圧に対するノズル10内部の負圧等で保持されているが）、そのノズル10先端の吸引力および摩擦力が、前記の振動等による慣性力に負けて試料や試薬を保持しきれなくなり、それらが流失・飛散するものと考えられる。

【0019】また、上記のようなアーム7、8の振動や初期設定とのずれは、装置を長期に亘って継続的に使用している間の摩擦や片減りによってさらに大きくなってしまいうことが経験的に知られている。

【0020】そしてこのような摩擦や片減りに起因した振動や初期設定とのずれの増大に対処するためには、予め設定してあったアームの動作速度や加速度の設定値をそのつど変更することなども考えられるが、そのような摩擦や片減りの進捗状況に逐一対応して最適な値に設定値を変更することは実質的にはソフトウェアのバージョンアップ等が必要となるので實際上極めて煩雑であるという問題がある。

【0021】また、特に鉛直方向に異常に大きな加速度が生じた場合には、ノズル10の構造上その加速度が直接に試料や試薬にかかってくるので、前記のような流失・飛散の現象はさらに深刻なものとなる。

【0022】しかもさらには、自動分析装置の備えるアーム駆動系は一般に図7、図8に示すように回動軸である駆動シャフト7a（8a）を中心としてアームヘッド9が回動するように配設されているので、上述したような原因による駆動機構系の動作誤差等に起因した駆動シャフト7a（8a）の角速度や角加速度の誤差（あるいは異常値）や振動は、アームヘッド9の駆動系接続部の遠位端部であるアタッチメント（ノズル10）取付け位置において、アームヘッド9の長さ按比例して増幅されることになるので、上記のような流失・飛散の現象はさらに深刻なものとなるという問題もある。

【0023】またさらには、従来の技術では、アームへ

ッド9およびノズル10の上下動作の際にノズル10やアームヘッド9の底面などが障害物に接触あるいは衝突した場合にノズル10が破損することを避けるために、スプリング等（図示省略）を用いてノズル10をアームヘッド9の先端部に保持しているが、このようにノズル10がスプリングでアームヘッド9の先端部に保持されているような機構では、そのアームヘッド9の上下動や左右動の際に過大な加速度や加速度の変化（ジャーク）が生じた場合にはむしろそのスプリングがノズル10の振動を増幅させてしまうという問題がさらに生じる。

【0024】このように、従来の自動分析装置においては、アーム駆動系の振動に起因する問題の存在が、特に試料分注用アームや試薬分注用アームにおいて知られており、しかもこの問題は分析結果の精度・信頼性に与える影響が甚大であるにも拘らず、従来の技術では解決不可能であった。

【0025】さらに、一般に、工場で完成したばかりの自動分析装置においても既にその各個の製品毎および各アーム駆動系毎に動作の誤差（機差）が存在している。そこで、従来は、自動分析装置出荷時などに、各個の装置を実際に動作させて不具合を修正することを繰り返すことにより実験的に動作を調整する、いわゆる出荷調整を行う必要があった。即ち、従来の自動分析装置には、出荷時点でのアーム駆動系の動作を調整する作業が煩雑であるという問題もあった。

【0026】本発明は、このような問題を解決するために成されたものであり、試料あるいは試薬をノズルに保持して移動させるアームなどの、自動分析装置が備えるアーム駆動系の振動が従来よりも低減され、例えば試料分注用アームの移動途中に試料を流失（落下）または飛散させることなく保持しつつ確実に移動させることを可能とした自動分析装置を実現することを課題としている。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の自動分析装置は、第1に、試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、前記加速度センサによる検出結果に基づいて前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部とを具備することを特徴としている。

【0028】即ち、自動分析装置の備えるアームが障害物等に接触していないにもかかわらず動作途中で振動する原因は、そのアームの動作速度および加速度の不均一さであるから、まず第1に、個々の装置の機差や長期使

用における摩耗等に起因したアームの動作の異常な加速度や振動の発生を前記加速度センサによって検出し、その検出結果に基づいて前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御することによって、前記アームの動作途中における振動の低減を図ることができる。

【0029】しかもさらには、本発明によればアームの作動誤差を、それが発生するたびにフィードバック制御手法によって自動的に調整および補正するので、従来工場出荷時点で必須であった、アームの作動誤差の解消を目的とする煩雑な出荷時調整を、殆ど全く不要なものとして省略することができる。

【0030】また第2に、本発明の自動分析装置は、上記第1記載の自動分析装置であって、前記アームの動作を予め定められた移動パターンに基づいて制御するアーム制御部を具備することを特徴としている。

【0031】このような構成とすることにより、前記フィードバック制御が容易となる。

【0032】また第3に、本発明の自動分析装置は、上記第2記載の自動分析装置であって、前記フィードバック制御部は、前記移動パターンに対応したアームの加速度データと前記加速度センサにより検出された前記加速度のデータとの差を演算し、その差を減少させるように前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部であることを特徴としている。

【0033】このように、予め設定された理想的なアームの移動パターンに対応した理想的な加速度データと、加速度センサで検出された実際のアームの移動動作の加速度データとの差を演算して、この差を減少させるように前記アームの動作速度等をフィードバック制御することで、アームの異常な加速度や振動の発生を効果的に防ぐことができるので、そのような異常な加速度や振動に起因して発生していた不都合、例えば試料等の流失・飛散の問題を解消することができる。

【0034】また第4に、本発明の自動分析装置は、上記第1乃至3記載の自動分析装置であって、前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突した際に生じる値として予め定められたしきい値とを比較する比較手段と、前記比較手段により前記加速度データの値が前記しきい値を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴としている。

【0035】即ち、本発明によれば、上記第1乃至3に記載したように本発明に係る自動分析装置は加速度センサをアーム部に備えていることから、これを単に加速度データ検出用のみに用いるだけでなく、この加速度センサを障害物に対する接触や衝突を検知するためのセンサとしてもさらに有効に兼用して、感圧センサ等を用いる

ことなしに接触や衝突を検知することができる。

【0036】つまり、前記の加速度センサによって検出された加速度データが、アームおよび/またはアームに取付けられたアタッチメント（例えばノズル）が障害物に接触または衝突した場合に生じる加速度レベル以上の値であった場合には、そのときアームやノズルが障害物に接触または衝突したものと判定しても妥当であるから、上記第1乃至3に記載したようなアームヘッドの移動動作途中における異常な加速度や振動を検知するために配置された加速度センサを、アームやノズルが障害物に接触または衝突したか否かを判定するためのセンサとしても兼用することができるので、本発明においては、従来の感圧センサや光センサ等を接触や衝突検知用のセンサおよび制御回路として別に設けなくとも済むことになり、装置を複雑化させることなしに、アームやノズルの異常な加速度や振動を検知すること、ならびにアームやノズルと障害物との接触・衝突を検知することが可能である。

【0037】さらに第5に、本発明の自動分析装置は、試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突した際に生じる値として予め定められたしきい値とを比較する比較手段と、前記比較手段により前記加速度データの値が前記しきい値を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴としている。

【0038】即ち、本発明に係る自動分析装置は加速度センサをアーム部に備え、これを障害物に対する接触や衝突を検知するためのセンサとして使用するのので、従来の感圧センサや光センサ等を接触や衝突検知用のセンサおよび制御回路として設けることなく、アームやノズルの異常な加速度や振動を検知すること、ならびにアームやノズルと障害物との接触・衝突を検知することが可能である。

【0039】また第6に、本発明の自動分析装置は、上記第1乃至5記載の自動分析装置であって、前記加速度センサを前記アームの動作方向に対応して設けたことを特徴としている。

【0040】即ち、本発明によれば、上記第1乃至5に記載した自動分析装置において、アームの動作可能な方向の動作それぞれに対して加速度センサを設けるので、アームの動作制御をさらに緻密に制御可能である。

【0041】また第7に、本発明の自動分析装置は、上

記第1乃至6記載の自動分析装置であって、前記アームは、少なくとも前記試料部の試料を吸引保持するノズルを備えており該ノズルを移動させて前記試料を前記反応部における反応容器に分注する試料分注用アーム、プローブを備えており前記試料中の電解質成分を分析する電解質分析用アーム、前記試薬部の試薬を吸引保持するノズルを備えており前記ノズルを移動させて前記試薬を前記反応部における反応容器に分注する試薬分注用アーム、前記反応容器内液を攪拌する攪拌用アーム、あるいは前記反応容器を洗浄する洗浄用アームのいずれかであることを特徴としている。

【0042】即ち、本発明によれば、自動分析装置の備えるアームの少なくとも1つにおいてアームの振動を低減することにより、装置の想定使用条件およびコストに応じた構成とすることができる。

【0043】さらに第8に、本発明の自動分析装置は、試料を配置する試料部と、試薬を配置する試薬部と、前記試料に前記試薬を加えて反応処理を行う反応容器を配置する反応部と、前記試料部、前記試薬部または前記反応部の少なくとも一つの近傍に可動配置されたアームを有するアーム部とを備えた自動分析装置において、前記アームの一端に弾性部材を介して保持されたアタッチメントと、前記アーム部に配置されて前記アームの動作における加速度を検出する加速度センサと、前記加速度センサにより検出された加速度データに基づいて前記アタッチメントを保持している弾性部材の弾性率または押圧力または引張力の少なくとも一つを変化させて前記アタッチメントの振動を低減する振動制御手段とを具備することを特徴としている。

【0044】即ち、本発明に係るこの第8記載の技術によれば、従来問題となっていた、ノズル等のアタッチメントがスプリングや防振ゴムなどの弾性体等によってアームのヘッド部分（アームヘッド）の駆動機構系とは反対側の先端部に保持される機構においてアームヘッドの上下動（鉛直方向の動作）や左右動（水平方向の動作）に伴い過度の加速度や加速度の時間的変化（ジャーク）が生じると前記弾性体がアタッチメントの振動を増幅励起させてしまうという現象の発生時に、アタッチメントを支持している弾性体の弾性率あるいは見掛けのバネ定数や押圧力を変化させることで、アームヘッドの振動に対する弾性体の振動の共振増幅を避けて前記弾性体に支持されたアタッチメントの振動を解消することが可能であり、その結果として、例えばアタッチメントがノズルである場合には、ノズルに吸引保持された試料や試薬がノズルの振動により流失・飛散するという問題を解消することができる。

【0045】また第9に、本発明の自動分析装置は、上記第8記載の自動分析装置であって、前記アームの動作を、予め定められた移動パターンに基づいて制御するアーム制御部を具備することを特徴としている。

【0046】このような構成とすることにより、前記振動制御手段による前記アタッチメントの振動の低下が容易となる。

【0047】また第10に、本発明の自動分析装置は、上記第9記載の自動分析装置であって、前記加速度センサによる検出結果に基づいて前記アームの動作速度または動作加速度のうち少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部であって、前記移動パターンに対応したアームの加速度データと前記加速度センサにより検出された前記加速度のデータとの差を演算し、その差を減少させるように前記アームの動作速度または動作加速度の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御部を具備することを特徴としている。

【0048】このように、予め設定された理想的なアームの移動パターンに対応した理想的な加速度データと、加速度センサで検出された実際のアームの移動動作の加速度データとの差を演算して、この差を減少させるように前記アームの動作速度等をフィードバック制御することで、アームの異常な加速度や振動の発生を効果的に防ぐことができるので、そのような異常な加速度や振動に起因して発生していた不都合、例えば試料等の流失・飛散の問題を、さらに確実に解消/低減することができる。

【0049】また第11に、本発明の自動分析装置は、上記第8乃至10記載の自動分析装置であって、前記加速度センサにより検出された加速度データと、前記アームが障害物に接触または衝突したと判定される値として予め定められたしきい値あるいは前記アタッチメントの振動が許容範囲外と判定される値として予め定められたしきい値の少なくとも一方とを比較する比較手段と、前記比較手段により前記加速度データの値が前記2つのしきい値の少なくとも一方を超えているとの比較結果が得られた場合に前記アームの動作を停止させるように制御する制御手段とを具備することを特徴としている。

【0050】即ち、本発明によれば、上記第8乃至10に記載したように本発明に係る自動分析装置が備える加速度センサを単に加速度データ検出用のみに用いるだけでなく、アームやそのアタッチメントが障害物に接触または衝突したか否かを判定するためのセンサとしても兼用することにより、従来の感圧センサや光センサ等を接触や衝突検知用のセンサおよび制御回路として別に設けなくとも済むことになり、装置を複雑化させることなく、アームやそのアタッチメントの異常な加速度や振動を検知すること、ならびにアームやそのアタッチメントと障害物との接触・衝突を検知することが可能である。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る自動分析装置の一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0052】図1は本発明に係る自動分析装置の特徴主

要部、即ちアーム駆動系（アーム部）主要部の概略構成を示す図である。なお、説明の簡潔化を図るために図7、図8に示したような既述の従来技術に係る自動分析装置と同様の部位についてはこの図1においても同一の符号を付して示している。また、図1に示したアーム駆動系（アーム部）以外の構成は、従来から自動分析装置において慣用されている構成で良く、特に制限されない。

【0053】この実施の形態における自動分析装置のアーム駆動系は、大きくは、試料分注用アーム7や試薬分注用アーム8などのアーム駆動系におけるアームヘッド9の機械的な動作を行なう駆動部100と、この駆動部100の動作を電氣的に制御する回路部200との2つの部分からその主要部が構成されている。

【0054】駆動部100には、一般的な構造を備えて一般的な試料分注用アーム7や試薬分注用アーム8などのアーム駆動系の主要部として機能するアームヘッド9であって、その一方の先端部にノズル10などのアタッチメントを備えたアームヘッド9、およびそれとは反対側の端部付近でアームヘッド9と接続してアームヘッド9を機械的に駆動する駆動機構系101を有している。また図1には図示を省略したその他の構成は従来の自動分析装置と同様であり、本発明に係る自動分析装置は、図1に示すアーム駆動系に加えて、慣用の分析手段、反応液攪拌手段、反応容器洗浄手段、入力手段および出力手段、ならびに図7に図示した如き、複数の反応容器2が配置された円形の恒温槽1（反応部）、試料容器3が複数配列されたサンブラ4（試料部）、所望の試薬を収納する試薬容器5が複数配置されている試薬庫6（試薬部）等を有している。

【0055】前記の駆動機構系101は従来の自動分析装置と同様の機構を備えており、例えば本実施形態の試料分注用アーム7であれば、駆動シャフト7a（試薬分注アーム8の場合は8a、以下同様）を支点として旋回用モータ17によって旋回運動を行ない、またこの駆動シャフト7aを上下動用モータ15によって上下動させ、所望の試料の位置にアームヘッド9を移動させるように構成されている。

【0056】そして前記アームヘッド9には、そのアームヘッド9の加速度を検出する加速度センサ102が配設されている。この加速度センサ102のセンサ本体としては、ピエゾ抵抗タイプの加速度センサなどを好適に用いることができる。

【0057】なお本実施形態の場合には、アームヘッド9の機械的動作の自由度が駆動シャフト7aを中心とした回動と上下動との2自由度であることから、その各々の自由度にそれぞれ1個（1系統）ずつ対応して合計2個（2系統）の加速度センサ102が配設されている。ただし本実施形態に示した一例以外にも、アームヘッド9の機械的動作の自由度が例えば縦/横/上下の3方向

(即ち自由度3)であるような場合などには、その3つの自由度の各々に対して少なくとも1系統ずつ対応した合計3系統の加速度センサ102(およびそのそれぞれに対応する後述のようなフィードバック制御回路系)を配設しても良い。しかしこれのみには限定されず、異常な加速度や振動の発生に対して最も影響を受けやすい方向のみ(例えば上下方向のみ)に対して、加速度センサ102およびそれに接続されるフィードバック制御回路系(フィードバック制御部)を配設しても良い。

【0058】回路部200には、微分/積分回路201、アンプ(増幅回路)202、A/D(アナログ/デジタル)変換回路203、デジタル信号処理回路204、モータドライバ回路205、モータ制御用MPU(マイクロ・プロセッシング・ユニット)206、メモリ207を有するメインCPU(セントラル・プロセッシング・ユニット)208を、その主要部に備えている。加速度センサ102でアナログ信号として検出された加速度のデータは微分/積分回路201、アンプ(増幅回路)202、A/D変換回路203、デジタル信号処理回路204をこの順に経てモータ制御用MPU206に入力される。

【0059】この回路部200において前記駆動機構系101の動作を予め設定された手順に従って制御する制御回路系209(アーム制御部)は、メモリ207、メインCPU208およびモータドライバ回路205からその主要部が構成されている。

【0060】そして前記の予め設定された手順のデータは、EEP-ROMのような記憶素子であるメモリ207に格納されている。その手順のデータは、例えばメインCPU208の入出力装置(図示省略)を介してメモリ207に書き換え可能に格納されている。さらに詳細には、この手順のデータは、例えばメインCPU208の時間カウント機能に同期したアームヘッド9の移動開始/移動速度および位置/停止の各状態をタイミングデータと共に関連付けられて前記のメモリ207に格納されている。そしてこの手順のデータに基づいて、メインCPU208の時間カウント機能に同期しつつモータ制御用MPU206およびモータドライバ回路205によって制御されて機械的に動作する駆動機構系101によって、アームヘッド9の一連の動作が実行される。

【0061】このような制御回路系209が予め設定された手順のデータに基づいて駆動機構系101の動作を制御するモータ制御用MPU206およびモータドライバ回路205の機能およびそれを実行するための構成そのものについては、一般的な自動分析装置と同様のものを好適に用いることができる。

【0062】そして、前記加速度センサ102で検出された前記加速度のデータに基づいてアームヘッド9の動作速度をフィードバック制御するフィードバック制御回路210が、前記のモータ制御用MPU206内に形成

されている。

【0063】なお、本実施形態においては、フィードバック制御回路210としてモータ制御用MPU206のハードウェアを有効に兼用してソフトウェア的にモータ制御用MPU206内部に構築するようにしたが、このようにすればハードウェア的にはフィードバック制御回路210としての専用回路を新たに別個に追加しなくとも済むというメリットがあるので好ましい。しかしフィードバック制御回路210としてはこれのみには限定されないことは言うまでもなく、一般的なモータ制御用MPU206とは別個にフィードバック制御回路210としての専用回路を新たに配設することも、その機能をデジタル信号処理回路204内に備えるように構成することもできる。

【0064】ここで、前記の制御回路系209は、予め設定された手順に対応して予め定められたアームヘッド9の移動パターンのデータに基づいて、アームヘッド9の動作を制御する。

【0065】そして、前記のフィードバック制御回路210は、予め定められたアームヘッド9の移動パターンに対応した初期設定された(理想的な)加速度データと加速度センサ102で検出された実際の加速度のデータとの差を演算し、この差を実用上支障を生じない程度、例えば試料等が流失・飛散することのない程度にまで減少させるようにアームヘッド9の動作速度をフィードバック制御する。より望ましくは、予め定められたアームヘッド9の移動パターンに対応した初期設定上の(理想的な)加速度データと加速度センサ102で検出された実際の加速度のデータとの差を演算して、その差を0にするように、モータドライバ回路205およびアーム駆動機構系101によるアームヘッド9の動作速度をフィードバック制御する。なお、このフィードバック制御はアームヘッド9の動作速度に対して以外にも、その加速度に対してフィードバックをかけるようにしても良い。

【0066】ここで、アームヘッド9の動作パターンの一典型例として、図2に示すような動作パターン、即ちアームヘッド9が静止状態から徐々に等加速で加速して行き、やがて一定の速さに達したらその速さで等速運動し、その後徐々に等加速で減速して行き、やがて停止するまでの動作を行なう場合についてを考える。

【0067】このとき、縦軸に速度および加速度、横軸に時間軸をとると、理想的には図2に示すように直線的なグラフとなるはずである。ところが、従来の技術では一般に、駆動機構系101の機差や長期使用等による摩擦や片減りなどに起因して、実際には図3に示すような誤差やずれを多く含んだ非直線的で不均一な動作となることが多い。

【0068】そこで、本発明に係る自動分析装置によれば、特に実際の加速度と初期設定値(理想値)との「ずれ」に着目して、図4に示すように、予め定められたア

ームヘッド 9 の移動パターンに対応した初期設定上の (理想的な) 加速度データ (鎖線) と加速度センサ 102 で検出された実際の加速度のデータ (実線) との差 (ずれ) d を演算し、この差を実用上支障を来さない程度、例えば試料等が流失・飛散することのない程度にまで減少させるようにームヘッド 9 の動作速度をフィードバック制御する。このようにすることで、ームヘッド 9 およびノズル 10 の異常な振動や加速度の発生の解消を図ることができる。

【0069】そして、本発明に係る自動分析装置は、さらに、加速度センサ 102 で検出された加速度のデータと、ームヘッド 9 またはノズル 10 が例えばオペレータなど何らかの障害物に接触または衝突した際に生じる加速度に対応する値として予め定められた加速度しきい値 a_{th} とを、図 5 にグラフで模式的に示すように比較する比較手段である比較回路 211 と、この比較回路 211 による比較の結果、加速度センサ 102 で検出された加速度のデータが加速度しきい値 a_{th} 以上の値であった場合 (図 5 において符号 P を付して示している部分) には、ームヘッド 9 またはノズル 10 が何らかの障害物等に接触あるいは衝突したものと判定しても妥当であることから、前記ームヘッド 9 の動作を停止させるように駆動機構系 101 の動作を制御する制御手段である動作停止制御回路 212 とを備えることができる。

【0070】なお、本実施形態においては、比較回路 211 および動作停止制御回路 212 は両者ともにモータ制御用 MPU 206 内に形成されるようにしたが、これのみには限定されないことは言うまでもなく、モータ制御用 MPU 206 とは別個に配設しても良い。

【0071】そしてさらには、この自動分析装置は、図 6 に示すように、ームヘッド 9 の一方の先端部にノズル 10 などのアタッチメントを機械的に保持する弾性部材としてのクッション材 601a, 601b, 601c を備えているとともに、振動制御手段として、それら個々のクッション材 601a, 601b, 601c 各個に対してそれぞれ押圧力を印加する微小アクチュエータ 602a, 602b, 602c と、ノズル 10 の付け根先端部分に配置された加速度センサ 603 と、その加速度センサ 603 で検出された加速度データに基づいて、ノズル 10 をームヘッド 9 に対して機械的に保持している前記弾性部材としてのクッション材 601a, 601b, 601c の押圧力を前記ノズル 10 の振動を低減する方向に変化させるべく前記の微小アクチュエータ 602a, 602b, 602c を制御する振動抑制回路 604 とを備えている。これらのうち振動抑制回路 604 と各微小アクチュエータ 602a, 602b, 602c とで振動抑制手段の主要部が構成されている。このような概要構成によれば、ームヘッド 9 に異常な加速度や加速度の変化が生じた際に、それに起因してノズル 10 の振動が増幅するような状態となったときに、そのノズル

10 を支持している弾性体であるクッション材 601a, 601b, 601c の押圧力 (あるいは弾性率または見掛けのバネ定数も可) を変化させることで、ームヘッド 9 の振動に対する弾性部材 (弾性体) の振動の共振増幅を避けることができる。そしてその結果、ームヘッド 9 の移動中における試料あるいは試薬の流失や飛散を防ぐことができる。

【0072】ここで、弾性部材としては、クッション材 601a, 601b, 601c の他にも、例えばコイルスプリングのような金属製バネなどを用いることも可能である。また、そのような弾性部材の弾性率の制御手法としては、押圧力を変化させることのみには限定されず、この他にも例えばコイルスプリングの場合などにはその引張力を変化させるようにしても良い。あるいは、そのコイルスプリング自体の巻き方をプログレッシブに形成しておき、微小アクチュエータ 602 による押圧力の変化に対応してそのコイルスプリング自体の見掛けのバネ定数あるいは押圧力 (または引張力) が非線形に変化するようにしても良い。

【0073】また、本実施形態においては、主として、ームヘッド 9 が試料を分注する試料分注用ームヘッドであり、それに本発明の技術を適用した場合について述べてきたが、ームヘッド 9 としてはそのような種類のームヘッドのみには限定されないことは言うまでもない。

【0074】この他にも、試薬を分注する試薬分注用ームヘッド、電極を向かい合わせたような構造にプローブが設けられたノズルをアタッチメントとして有し、そのノズルを容器内の被分析試料に漬浸させて被分析試料中の電解質成分を分析する電解質成分分析用ームヘッド、反応容器内に分注された試料や試薬を攪拌混合させるための攪拌用アタッチメントを有する攪拌用ームヘッド、あるいは試料と試薬を反応させて分析を行った後に反応容器を洗浄する洗浄用アタッチメントを有する洗浄用ームヘッドなどについても、本発明に係る技術を適用することが可能であることは言うまでもない。

【0075】また、本実施形態においては回路部 200 にて用いられるデータはデジタルデータを用いるものとしたが、これのみには限定されないことは言うまでもなく、アナログデータを用いるアナログ方式の回路系を採用しても良い。ただしこの場合にはアナログデータ用の信号処理回路系を用いることが必要となることは言うまでもない。

【0076】

【発明の効果】以上、詳細な説明で明示したように、本発明によれば、装置が有するーム駆動系の振動を低減した自動分析装置、例えば試料あるいは試薬を流失 (落下) または飛散させることなく保持しつつ確実に移動させることが可能な自動分析装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る自動分析装置のアーム駆動系の一実施形態を模式的に示すブロック図である。

【図 2】本発明に係るアームヘッドの理想的な動作パターンの一典型例を模式的に示す図である。

【図 3】従来のアームヘッドにおいて実測される動作パターンの一例を模式的に示す図である。

【図 4】実測加速度と初期設定値とのずれの一例を示す図である。

【図 5】本発明に係る加速度センサで検出されたアームヘッドの実際の加速度のデータと加速度しきい値 a_{th} とを比較してその差（ずれ） d を取る場合の一例を示す図である。

【図 6】本発明に係るアームヘッドの端部におけるアタッチメント支持構造の 1 実施形態を模式的に示す図である。

【図 7】従来の自動分析装置の主要部の構成の概要を示す図である。

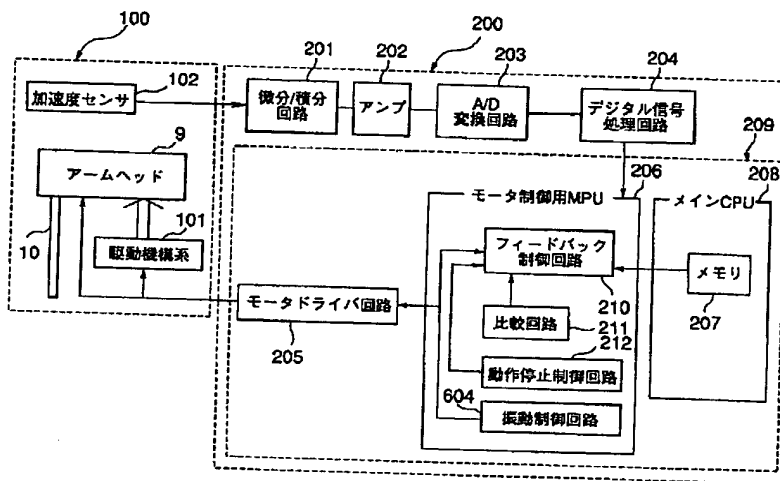
【図 8】従来の自動分析装置におけるアーム 7、8 の主要部の構成の概要を示す図である。

【符号の説明】

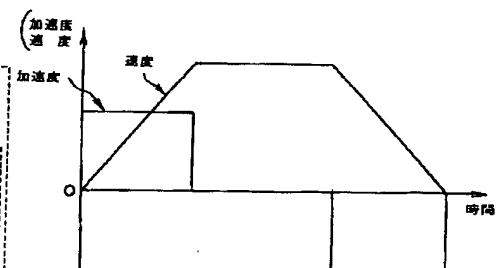
- 1 恒温槽（反応部）
- 2 反応容器
- 3 試料容器
- 4 サンプラ（試料部）

- 5 試薬容器
- 6 試薬庫（試薬部）
- 7 試料分注用アーム
- 8 試薬分注用アーム
- 9 アームヘッド
- 10 ノズル（アタッチメント）
- 15 上下動用モータ
- 17 旋回用モータ
- 100 駆動部
- 101 駆動機構系
- 102 加速度センサ
- 200 回路部
- 201 微分／積分回路
- 202 アンプ（増幅回路）
- 203 A/D変換回路
- 204 デジタル信号処理回路
- 205 モータドライバ回路
- 206 モータ制御用MPU
- 207 メモリ
- 208 メインCPU
- 209 制御回路系（アーム制御部）
- 210 フィードバック制御回路（フィードバック部）
- 211 比較回路
- 212 動作停止制御回路
- 604 振動抑制回路

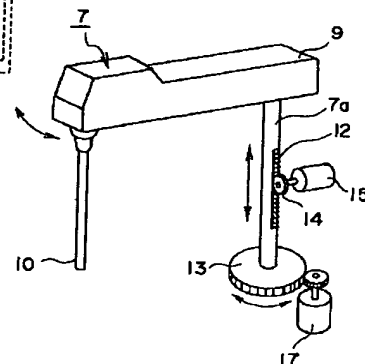
【図 1】



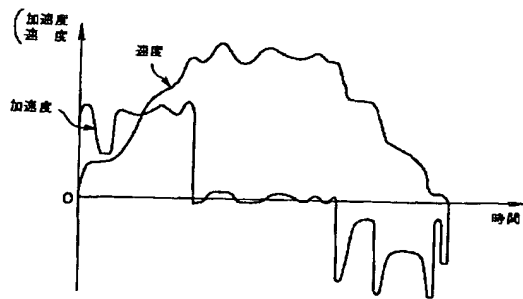
【図 2】



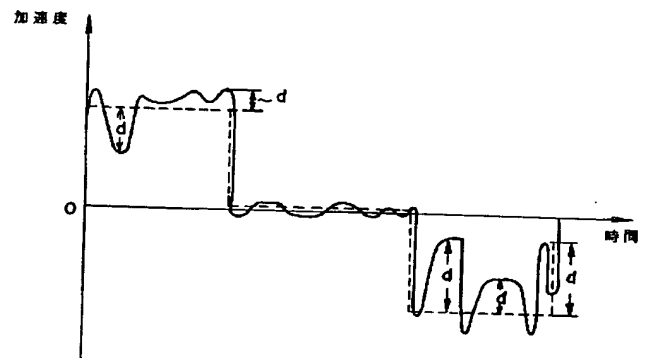
【図 8】



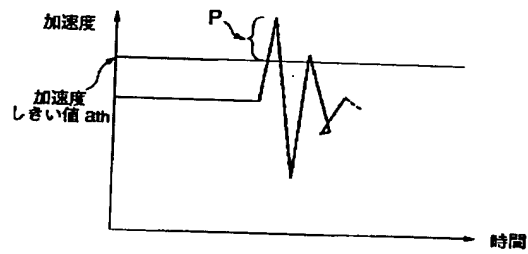
【図3】



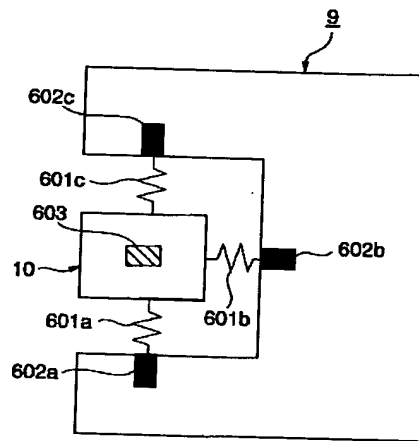
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

